

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Dezember 2004 (09.12.2004)

PCT

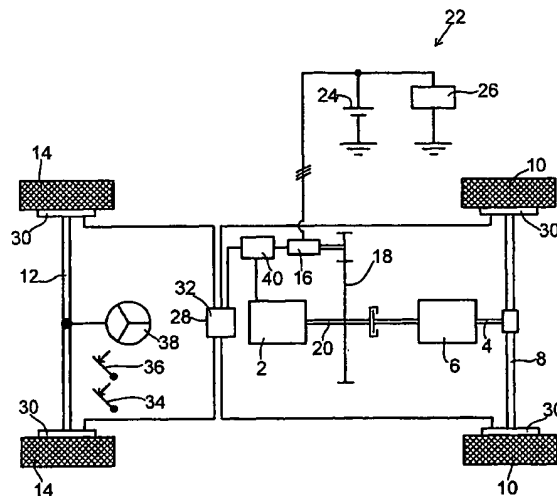
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/106102 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60K 41/20**, (30) Angaben zur Priorität:
6/04 103 24 948.6 3. Juni 2003 (03.06.2003) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/004651 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:
3. Mai 2004 (03.05.2004) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAUN, Harald
[DE/DE]; Achalmstrasse 34, 73734 Esslingen (DE).
EBNER, Norbert [DE/DE]; Haldenstrasse 32/1, 71642
Ludwigsburg (DE). FISCHER, Michael [DE/DE];
Eduard-Spranger-Strasse 7, 71643 Ludwigsburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR VEHICLE DRIVE DEVICE

(54) Bezeichnung: KRAFTFAHRZEUG-ANTRIEBSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a motor vehicle drive device comprising an internal combustion engine (2) and at least one electrical machine (16), which can be operated as a generator for recuperating electric current from dynamic traveling energy of the motor vehicle. An electronic control device (40) is designed for determining how much braking torque is permitted on the vehicle axle (8), to which the electrical machine is drive-connected or can be drive-connected, according to at least one predetermined driving stability criterion. The electronic control device is also designed for determining the maximally available recuperation torque of the electrical machine serving as the generator that is established based on the difference between the vehicle electric system demands and battery demands placed on the electrical machine and the maximally producible recuperation torque of the electrical machine during the operation of the generator.

(57) Zusammenfassung: Die Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung mit einem Verbrennungsmotor (2) und mindestens einer elektrischen Maschine (16), welche als Generator betreibbar ist zur Rekuperation von elektrischem Strom aus dynamischer Fahrenergie des Kraftfahrzeuges. Eine elektronische Steuereinrichtung (40) ist ausgebildet,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/106102 A1



SCHOPPER, Michael [DE/DE]; Fleckenweinberg 20, 70192 Stuttgart (DE).

(74) **Anwälte:** KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

um zu ermitteln, wieviel Bremsmoment auf der Fahrzeugachse (8), mit welcher die elektrische Maschine antriebsmässig verbunden oder verbindbar ist, in Abhängigkeit von mindestens einem vorbestimmten Fahrstabilitätskriterium zulässig ist, und ferner ausgebildet, um das jeweils maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine als Generator zu ermitteln, welches sich ergibt aus dem Unterschied zwischen Bordnetz- und Batterieanforderungen an die elektrische Maschine einerseits und dem unter Berücksichtigung von Bordnetz Kriterien maximal erzeugbaren Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine im Generatorbetrieb.

DaimlerChrysler AG

Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Eine Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung dieser Art ist aus der DE 100 46 631 A1 bekannt. Sie offenbart ein Verfahren zur Regelung eines Generators in einem Kraftfahrzeug, wobei ein Generator ein Bordnetz mit Verbrauchern und mindestens einer Batterie speist. In einem Rekuperationsbereitschaftsmodus wird der Sollwert der Generatorausgangsspannung in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen so vorgegeben, dass beim Abbremsen oder im Schubbetrieb des Fahrzeugs elektrische Energie in das Bordnetz eingespeist wird. Die Generatorspannung bestimmt die Richtung und die Größe des elektrischen Ladungsflusses an der Batterie, so dass sich Ladezyklen und Entladezyklen ergeben. Ferner wird in der DE 43 07 907 A1 vorgeschlagen, die Generatorspannung beim Beschleunigen des Kraftfahrzeuges zu erniedrigen, um den Verbrennungsmotor zu entlasten, und beim Abbremsen des Kraftfahrzeuges die Generatorspannung zu erhöhen, damit der Generator zur Aufladung der Batterie durch Rekuperation von Bremsenergie mehr Leistung aufnehmen kann. Durch die an den Fahrzustand des Kraftfahrzeuges angepasste Sollwertvorgabe der Generatorspannung wird der Leistungsfluss zwischen Batterie, Generator und Verbraucher gesteuert.

Eine Änderung der Spannungsvorgabe am Generator erzeugt immer einen nicht vorhersehbaren Drehmomentenverlauf. Dadurch sind spürbare Rucke im Kraftfahrzeug unvermeidbar. Es wurde auch

bereits vorgeschlagen, zur Reduzierung der Ruckstärke das Rekuperationspotenzial durch Rampen und enge Begrenzungen zu beschneiden. Bei kleinen Verzögerungsanforderungen an das Kraftfahrzeug ist es jedoch nicht möglich, einen schnellen und gleichzeitig nicht spürbaren Momentenaufbau über eine Spannungsrampe zu erzielen.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, diese Nachteile zu vermeiden. Durch die Erfindung soll insbesondere die Aufgabe gelöst werden, bei einer Bremsanforderung an das Kraftfahrzeug möglichst viel Bremsenergie der Bremsanforderung durch Rekuperationsbetrieb einer oder mehrerer als elektrische Maschinen betreibbaren Generatoren aufzubringen, anstatt durch die Bremsanlage, ohne die Fahrstabilität des Kraftfahrzeuges zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Lösung besteht gemäß der Erfindung aus Funktionen in einem Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors, im Bordnetz und in der Bremsanlage. Aus den Bordnetz- und Generatorinformationen der elektrischen Maschine errechnet das Motorsteuergerät das maximal mögliche Rekuperationsmoment, das noch innerhalb von erlaubten Spannungs- und Stromgrenzen des Bordnetzes und der Batterie liegt. Dieses Rekuperationsmoment wird kontinuierlich an einen automatischen Bremskoordinator gesendet, so dass dort, sobald eine Bremsung durch den Fahrer oder eine technische Einrichtung eingeleitet wird, ein Rekuperationsmoment angefordert wird und gleichzeitig ein um diesen Wert verminderter Bremswunsch an die Antriebsräder gegeben wird. Die Motorsteuerung steuert jetzt den Generator im Momentenmodus auf das geforderte Moment.

Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird jeweils der Begriff elektrische Maschine anstatt Generator verwendet, da vorzugsweise eine elektrische Maschine verwendet wird, welche alternativ als Generator oder als Elektromotor betreibbar ist. Die Aufteilung der Steuerfunktionen auf das Motorsteuergerät und der Bremskoordinator ist hier nur beispielhaft erwähnt. Im Rahmen der folgenden Beschreibung wird jeweils nur auf eine elektronische Steuereinrichtung Bezug genommen, welche die betreffenden Funktionen ausführt. Diese Vereinfachung der Beschreibung bedeutet jedoch nicht, dass das Motorsteuergerät und der Bremskoordinator in eine einzige Steuereinrichtung integriert zu sein brauchen. Die vorstehend und nachfolgend noch beschriebenen Funktionen der elektronischen Steuereinrichtung können von einem einzigen Gerät oder von einer Vielzahl von Geräten ausgeführt werden.

Durch die erfindungsgemäße Momentenführung ist eine vorherberechenbare und damit vorhersehbare Wiederholbarkeit von Rekuperationsvorgängen erzielbar.

Durch die Bremskoordination können beliebig große Rekuperationsmomente auf die betreffende Fahrzeugachse aufgeschaltet werden, ohne dass ein Einfluss auf die Fahrstabilität gegeben ist.

Es sind alle Verzögerungen, die in einem Kraftfahrzeug durchzuführen sind, geeignet, als Rekuperationsbetrieb ausgeführt zu werden.

Durch die erfindungsgemäße Rekuperation mit einer Momentenführung (Führung des Drehmoments der elektrischen Maschine) wird ermöglicht, dass der Momentenaufbau für den Fahrer immer gleichartig und damit vorhersehbar stattfindet. Über eine variable Bremskraft-Verteilung kann ein Brems-Koordinator, welcher zur elektronischen Steuereinrichtung gehört, sicherstellen, dass unabhängig vom realisierbaren Rekuperationsmoment an der Antriebsachse immer eine optimale Momentenverteilung

auf alle Fahrzeugräder erreicht wird, so dass Nachteile bezüglich der Fahrstabilität ausgeschlossen sind.

Für die Erfindung eignen sich sowohl elektrische Maschinen bzw. Generatoren mit Erregerspule als auch elektrische Maschinen, welche permanenterregt sind. Für eine elektrische Maschine bzw. einen Generator mit Erregerspule kann beispielsweise ein Diagramm gespeichert sein, welches auf einer Achse die Generator Drehzahlen, auf der anderen Achse den Erregerstrom und zwischen diesen Diagrammachsen eine Vielzahl von Drehmomentkurven enthält, so dass die Steuereinrichtung für jedes Drehmoment in Abhängigkeit von einer bestimmten Drehzahl den zugehörigen Erregerstrom ermitteln kann. Aus jeweils zwei Größen kann die betreffende dritte Größe des Diagramms von der Steuereinrichtung gelesen oder errechnet werden.

Im Falle von permanenterregten elektrischen Maschinen kann ein Diagramm gespeichert sein, welches jeweils auf einer Diagramm achse die Drehzahlen des Generators und auf einer anderen Diagramm achse Drehmomente des Generators aufgetragen hat. Die Drehmomente können beispielsweise durch Strommessungen mittels Stromsensoren und entsprechende Drehmomentberechnung ermittelt werden.

Die jeweilige Drehzahl der elektrischen Maschine kann entweder durch Sensoren gemessen oder dem Motorsteuergerät entnommen werden, da die Zündfolgen des Verbrennungsmotors in Relation zur Drehzahl der elektrischen Maschine stehen. Eine gegebenenfalls vorhandene Übersetzung oder Untersetzung in der Antriebsverbindung zwischen der elektrischen Maschine und dem Fahrantriebsstrang kann durch einen Übersetzungs- oder Untersetzungsfaktor von der Steuereinrichtung berücksichtigt werden. Falls die elektrische Maschine nicht zwischen Verbrennungsmotor und einem Gangwechselgetriebe angeordnet ist, sondern zwischen einem Gangwechselgetriebe und angetriebenen

Fahrzeugrädern, kann die jeweilige Übersetzung von der Steuereinrichtung ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform als Beispiel mit Bezug auf die beiliegende Zeichnung beschrieben. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 schematisch eine Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung mit einer elektronischen Steuereinrichtung nach der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung mit einem Verbrennungsmotor 2, einem Fahrantriebsstrang 4 mit einem automatisch oder manuell schaltbaren Getriebe 6 vom Verbrennungsmotor 2 zu einer antreibbaren Fahrzeugachse 8 von Fahrzeugrädern 10. Eine weitere Fahrzeugachse 12 von weiteren Fahrzeugrädern 14 ist eine nicht-angetriebene Achse, könnte aber auch eine angetriebene Achse sein.

Eine elektrische Maschine 16 ist durch eine Antriebsverbindung 18 mit dem Fahrantriebsstrang 4 antriebsmäßig verbunden (oder verbindbar), vorzugsweise mit dessen Strangabschnitt 20 zwischen dem Verbrennungsmotor 2 und dem Getriebe 6. Die Antriebsverbindung 18 kann eine Übersetzung oder Untersetzung sein. Normalerweise ist eine Übersetzung derart vorgesehen, dass die elektrische Maschine 16 etwa dreimal schneller dreht als der Strangabschnitt 20.

Die elektrische Maschine 16 ist als Generator betreibbar und hierfür vom Verbrennungsmotor 2 antreibbar zur Stromerzeugung für ein Bordnetz 22 mit einer Batterie 24 und elektrischen Verbrauchern 26 (Fahrzeuginnenbeleuchtung, Fahrzeugaußenbeleuchtung, Klimaanlage, Radio usw.). Der Generator 26 kann anstatt vom Motor 2 von den Fahrzeugrädern 10 der antreibbaren Fahrzeugachse 8 angetrieben werden zur Stromerzeugung für das Bordnetz 22. Der letztgenannte Betriebsmodus, bei welchem der Generator 16 von den Fahrzeugrädern 10 angetrieben wird,

wird auch Rekuperations-Modus genannt, da die dynamische Energie des Fahrzeuges in elektrische Energie umgewandelt wird.

Die elektrische Maschine 16 ist vorzugsweise nicht nur als Generator, sondern auch als Elektromotor betreibbar. Als elektrischer Motor kann er als Starter-Motor zum Starten des Verbrennungsmotors 2 und/oder zur Drehmomentabgabe an die antreibbaren Fahrzeugräder 10 verwendet werden.

Eine Bremsanlage 28 des Kraftfahrzeuges beinhaltet Bremsen 30 an den Fahrzeugrädern 10 und 14 und einen Bremskraftverteiler 32.

Ferner zeigt Fig. 1 ein Bremspedal 34, ein Gaspedal 36 und ein Lenkrad 38.

Als ein einziges Gerät oder als eine Vielzahl von Geräten ist eine elektronische Steuereinrichtung 40 vorgesehen zur Steuerung des Verbrennungsmotors 2, der elektrischen Maschine 16 und der Bremsanlage 28. Die schematisch dargestellte Steuereinrichtung 40 repräsentiert somit eine elektronische Motorsteuerung für den Verbrennungsmotor 2, eine elektronische Steuerung zur Steuerung der elektrischen Maschine 16, und eine elektronische Steuereinrichtung (Bremskoordinator) zur Steuerung der Bremsanlage 28. Die Steuereinrichtung 40 beinhaltet auch Steuer- oder Regelmaßnahmen zur Fahrstabilität, z. B. Kriterien zur Verhinderung, dass eines oder mehrere Fahrzeugräder 10 und/oder 14 blockieren oder durchdrehen, und/oder zur Erzeugung von Antischleudermomenten an den Fahrzeugrädern 10 und/oder 14. Es ist mindestens ein solches Fahrstabilitätskriterium gespeichert. Vorzugsweise sind jedoch mehrere solcher und/oder andere Fahrstabilitätskriterien gespeichert und durch Computerprogramme ausführbar.

Eine Beschleunigungsanforderung an das Kraftfahrzeug kann vom Fahrer durch Betätigen des Gaspedals 16 oder durch eine auto-

matische Fahrtriebssteuerung erfolgen, beispielsweise durch einen sogenannten Tempomat, durch welche die Fahrzeuggeschwindigkeit automatisch konstant gehalten wird, unabhängig vom Fahrwiderstand des Fahrzeuges auf der Straße. Eine Bremsanforderung an das Kraftfahrzeug kann beispielsweise durch den Fahrer durch Betätigen des Bremspedals 34 gestellt werden, oder automatisch, beispielsweise durch den vorgenannten Tempomat, wenn das Fahrzeug bei Bergabfahrt zu beschleunigen beginnt, oder durch einen Distanzhalter zur automatischen Einhaltung eines Mindestabstandes zu einem Hindernis vor dem Kraftfahrzeug. Je nach Fahrzeugtyp können einzelne oder mehrere solche oder andere Maßnahmen vorgesehen sein zur Beeinflussung des Fahrverhaltens des Kraftfahrzeuges.

Gemäß der Erfindung ist die elektronische Steuereinrichtung 40 derart ausgebildet, dass sie mit einer vorbestimmten Taktfrequenz jeweils ermittelt, wieviel Bremsmoment auf der mindestens einen Fahrzeugachse 8, mit welcher die elektrische Maschine 16 antriebsmäßig verbunden ist, in Abhängigkeit von mindestens einem vorbestimmten Fahrstabilitätskriterium bei einer Bremsanforderung jeweils zulässig ist. Die Steuereinrichtung ermittelt außerdem, welches das jeweils aktuell maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 als Generator ist. Das maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 wird von der Steuereinrichtung 40 jeweils aus dem Unterschied zwischen dem jeweils aktuellen Lademoment der elektrischen Maschine 16 bei Ladebetrieb der Batterie 24 und bei einem vorbestimmten Drehmoment der elektrischen Maschine bei einer vorbestimmten maximal zulässigen Bordnetzspannung bei Rekuperationsbetrieb berechnet.

Die Steuereinrichtung 40 verteilt die Bremsanforderung rekuperationsoptimiert auf die Fahrzeugachsen 8 und 12, so dass sich daraus ein resultierendes Bremsanforderungsmoment auf der Fahrzeugachse 8 ergibt, mit welcher die elektrische Maschine 16 antriebsmäßig verbunden ist. Dies bedeutet, dass

das von der elektrischen Maschine 16 als Generator an der antreibbaren Achse 8 erzeugbare Rekuperations-Drehmoment den größtmöglichen Wert hat unter Berücksichtigung von mindestens einem Fahrstabilitätskriterium und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die elektrische Maschine 16 nur auf die antreibbare Achse 8 wirkt, jedoch die Bremsanlage 28 auf die Bremsen 30 von allen Fahrzeugrädern 10 und 14 wirkt. Die Fahrzeugräder 10 der angetriebenen Fahrzeugachse 8 erhalten das gesamte Bremsmoment von der elektrischen Maschine 16 im Generatorbetrieb, soweit dies zur Deckung des Bremsmomentbedarfs dieser Fahrzeugräder 10 ausreicht. Ein gegebenenfalls nicht ausreichender Momentenanteil wird an diesen Fahrzeugrädern 10 von der Bremsanlage 28 erzeugt. Die Fahrzeugräder 14 der nicht antreibbaren Fahrzeugachse 12 werden nur mit dem restlichen Anteil des gesamten geforderten Bremsmoments von der Bremsanlage 28 beaufschlagt. Die Bremsmomentenverteilung auf alle Räder 10 und 14 erfolgt in Abhängigkeit von Fahrstabilitätskriterien durch die Steuereinrichtung 40.

Die Steuereinrichtung 40 ist zur Durchführung eines Vergleiches zwischen dem maximal verfügbaren Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 als Generator und dem resultierenden Bremsanforderungsmoment an die Bremsanlage ausgebildet. Ferner ist die Steuereinrichtung 40 derart ausgebildet, dass sie, wenn das maximal verfügbare Rekuperationsmoment kleiner ist als das resultierende Bremsanforderungsmoment an die mit der elektrischen Maschine 16 antriebsmäßig verbundene Fahrzeugachse 8, das maximal verfügbare Moment der elektrischen Maschine von dieser elektrischen Maschine anfordert und den fehlenden Momentenanteil bis zum resultierenden Bremsanforderungsmoment von der Bremsanlage 28 anfordert. Wenn jedoch das maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 gleich oder größer ist als das resultierende Bremsanforderungsmoment an die mit der elektrischen Maschine 16 antriebsmäßig verbundene Fahrzeugachse, dann wird von der Steuereinrichtung 40 nur das resultierende Bremsanforderungsmoment von der elektrischen Maschine angefordert und von der

Bremsanlage für diese Fahrzeugachse 8 kein Bremsmoment angefordert.

Gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung 40 derart ausgebildet, dass sie bei der rekuperationsoptimierten Verteilung des Bremsanforderungsmoments auf die Fahrzeugachsen 8 und 12 diese Verteilung auch in Abhängigkeit von mindestens einem vorbestimmten Fahrstabilitätskriterium vornimmt. Dies kann eines der vorgenannten Fahrstabilitätskriterien sein oder ein anderes.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die elektronische Steuereinrichtung 40 ausgebildet, um das jeweils aktuelle maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 zu berechnen in Abhängigkeit von einem vorbestimmten zulässigen maximalen Spannungsgrenzwert des Bordnetzes 22, in Abhängigkeit von einem vorbestimmten zulässigen minimalen Spannungsgrenzwert des Bordnetzes, in Abhängigkeit von dem jeweils aktuellen Batterieladespannungswert, in Abhängigkeit von den elektrischen Strömen des Bordnetzes und der Batterie, die sich bei den genannten drei Spannungswerten ergeben, und in Abhängigkeit von Generatorinformationen der elektrischen Maschinen 16, welche in der Steuereinrichtung 40 gespeichert sind und in Relation zueinander der Steuereinrichtung den Zusammenhang liefern zwischen Drehzahl der elektrischen Maschine 16, elektrischem Strom des Bordnetzes 22 und daraus resultierendem Drehmoment der elektrischen Maschine 16 als Generator in den drei unterschiedlichen Betriebspunkten, welche bei dem genannten maximalen Spannungsgrenzwert, bei dem genannten minimalen Spannungsgrenzwert und bei dem jeweils aktuellen Ladespannungswert gegeben sind. Das daraus resultierende, von der Steuereinrichtung 40 errechenbare maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine 16 ist der Unterschied zwischen dem aktuellen Drehmoment der elektrischen Maschine bei dem aktuellen Ladespannungswert und dem Drehmoment der elektrischen Maschine bei

dem genannten maximalen Spannungswert bei Rekuperationsbetrieb der elektrischen Maschine 16 im Generatorbetrieb.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung, enthaltend eine Verbrennungsmotor (2), einen Fahrantriebsstrang (4) vom Verbrennungsmotor (2) zu den Fahrzeugrädern (10) von mindestens einer antreibbaren Fahrzeugachse (8); mindestens eine elektrische Maschine (16), welche zur Rekuperation von elektrischer Energie aus dynamischer Fahrzeugenergie als Generator betreibbar ist und mit der antreibbaren Fahrzeugachse (8) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist; eine Bremsanlage (28) zum Bremsen der Fahrzeugräder (10,14) von mindestens zwei Fahrzeugachsen (8,12), von welchen mindestens eine antreibbare Fahrzeugachse (8) ist; ein Bordnetz (22) mit elektrischen Verbrauchern (26) und mit mindestens einer Batterie (24), welche von der elektrischen Maschine (16) aufladbar ist; eine elektronische Steuereinrichtung (40), welche eine Motorsteuerung für den Verbrennungsmotor (2) aufweist;
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass, um bei einer Bremsanforderung an das Kraftfahrzeug möglichst viel Bremsenergie der Bremsanforderung durch die mindestens eine elektrische Maschine (16) anstatt durch die Bremsanlage (28) aufzubringen, die Steuereinrichtung (40) auch zur Steuerung oder Regelung der elektrischen Maschine (16) und der Bremsanlage (28) ausgebildet ist; wobei die Steuereinrichtung (40) ausgebildet ist, um zu ermitteln, wieviel Bremsmoment auf der mindestens einen Fahrzeugachse (8), mit welcher die elektrische Maschine (16) antriebsmäßig verbunden ist, in Abhängig-

keit von mindestens einem vorbestimmten Fahrstabilitätskriterium bei einer Bremsanforderung jeweils zulässig ist, und um zu ermitteln, welches das jeweils aktuell maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen Maschine (16) ist, wobei dieses maximal verfügbare Rekuperationsmoment von der Steuereinrichtung (40) aus dem Unterschied zwischen dem jeweils aktuell erforderlichen Ladement der elektrischen Maschine (16) zum Laden der Batterie (24) und einem vorbestimmten Drehmoment der elektrischen Maschine (16) bei einer vorbestimmten maximal zulässigen Bordnetzspannung bei Rekuperationsbetrieb er-rechenbar ist; dass die Steuereinrichtung (40) das Moment der Bremsanforderung rekuperationsoptimiert auf die Fahrzeugachsen (8,12) verteilt, so dass sich daraus ein resultierendes Bremsanforderungsmoment für die Fahrzeugachse (8) ergibt, mit welcher die elektrische Maschine (16) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist; dass die Steuereinrichtung (40) zur Durchführung eines Vergleiches zwischen dem maximal verfügbaren Rekuperationsmoment und dem resultierenden Bremsanforderungsmoment ausgebildet ist, und ferner derart ausgebildet ist, dass von ihr, wenn das maximal verfügbare Rekuperationsmoment kleiner ist als das resultierende Bremsanforderungsmoment an die mit der elektrischen Maschine antriebsmäßig verbundene oder verbindbare Fahrzeugachse (8), das maximal verfügbare Moment von der elektrischen Maschine (16) angefordert wird und der fehlende Momentenanteil bis zum resultierenden Bremsanforderungsmoment von der Bremsanlage (28) angefordert wird, jedoch, wenn das maximal verfügbare Rekuperationsmoment gleich oder größer ist als das resultierende Bremsanforderungsmoment an die mit der elektrischen Maschine (16) antriebsmäßig verbundene oder verbindbare Fahrzeugachse (8), nur das resultierende Bremsanforderungsmoment von der elektrischen Maschine (16) angefordert wird und von der Bremsanlage (28) für diese Fahrzeugachse kein Bremsmoment angefordert wird.

2. Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Steuereinrichtung (40) auch derart ausgebildet
ist, dass sie bei der rekuperationsoptimierten Verteilung
des Bremsanforderungsmoments auf die Fahrzeugachsen
(8,12) diese Verteilung auch in Abhängigkeit von mindes-
tens einem vorbestimmten Fahrstabilitätskriterium vor-
nimmt.
3. Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Steuereinrichtung (40) ausgebildet ist, um das
jeweils aktuelle maximal verfügbare Rekuperationsmoment
der elektrischen Maschine (16) zu berechnen in Abhängig-
keit von einem vorbestimmten zulässigen maximalen Span-
nungsgrenzwert des Bordnetzes (22), von einem vorbestimm-
ten zulässigen minimalen Spannungsgrenzwert des Bordnet-
zes, von dem jeweils aktuellen Batterieladespannungswert,
von den elektrischen Strömen des Bordnetzes und der Bat-
terie, die sich bei den genannten drei Spannungswerten
ergeben, und in Abhängigkeit von Generatorinformationen
der elektrischen Maschinen (16), welche in der Steuerein-
richtung (40) gespeichert sind und in Relation zueinander
der Steuereinrichtung den Zusammenhang liefern zwischen
Drehzahl der elektrischen Maschine (16), elektrischem
Strom des Bordnetzes (22) und daraus resultierendem Dreh-
moment der elektrischen Maschine (16) als Generator in
den drei unterschiedlichen Betriebspunkten, welche bei
dem genannten maximalen Spannungsgrenzwert, bei dem ge-
nannten minimalen Spannungsgrenzwert und bei dem jeweils
aktuellen Ladespannungswert gegeben sind, wobei das dar-
aus resultierende, von der Steuereinrichtung errechenbare
maximal verfügbare Rekuperationsmoment der elektrischen
Maschine (16) der Unterschied zwischen dem aktuellen
Drehmoment der elektrischen Maschine bei dem aktuellen
Ladespannungswert und dem Drehmoment der elektrischen Ma-
schine bei dem genannten maximalen Spannungswert bei Re-

kuperationsbetrieb der elektrischen Maschine als Generator ist.

4. Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die elektrische Maschine (16) über eine übersetzende oder untersetzende mechanische Antriebsverbindung (18) mit dem Fahrtriebsstrang (4) antriebsmäßig verbunden oder verbindbar ist und dass die Steuereinrichtung ausgebildet ist, um bei der Berechnung der Drehmomente der elektrischen Maschine (16) die jeweilige Übersetzung oder Untersetzung einzukalkulieren.
5. Kraftfahrzeug-Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Steuereinrichtung (40) ausgebildet ist zum taktweisen sich wiederholenden Abfragen der genannten elektrischen Werte, der genannten Drehmomente und der jeweils aktuellen Drehzahl der elektrischen Maschine mit einer vorbestimmten Taktfrequenz.

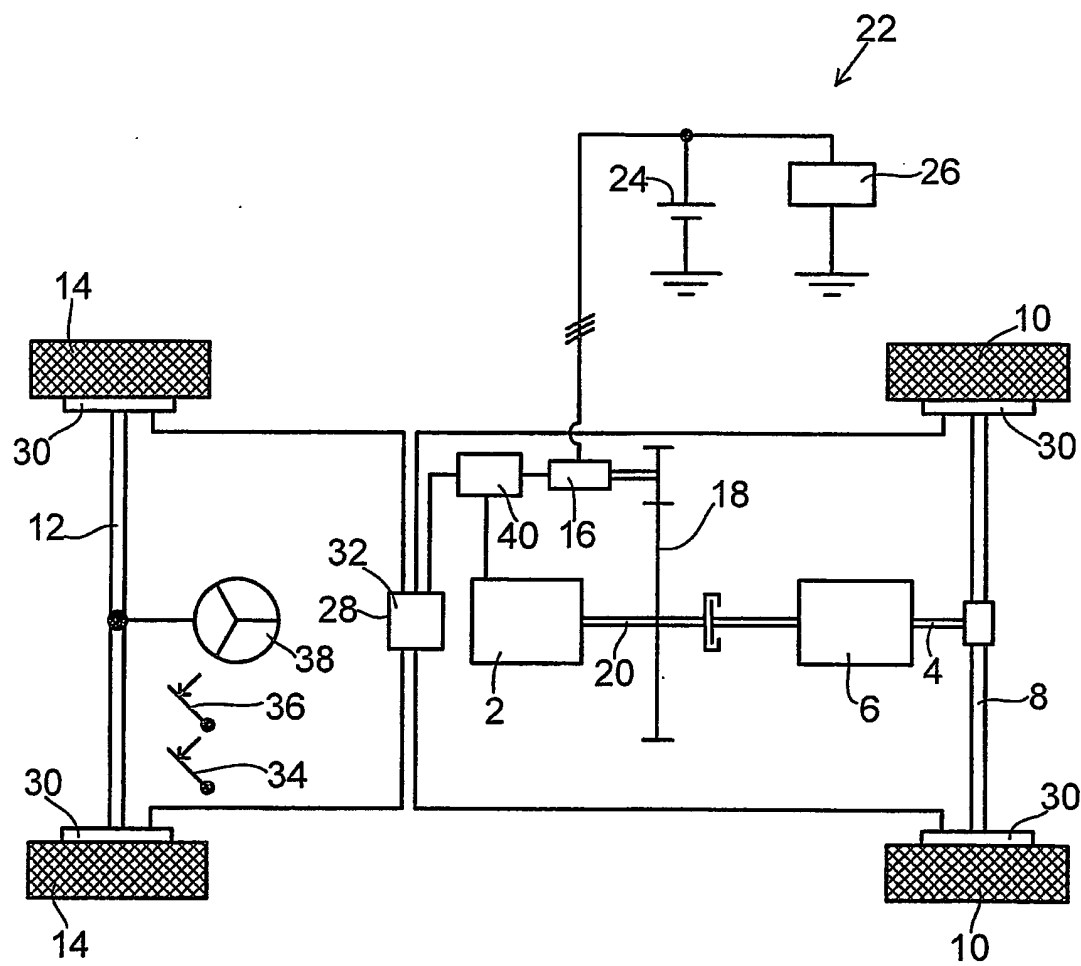


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/004651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60K41/20 B60K6/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 511 859 A (KADE ALEXANDER ET AL) 30 April 1996 (1996-04-30) column 1, lines 26-59 column 2, line 9 - column 361; figure 1 column 5, line 58 - column 6, line 55; figures 2a-2c abstract	1-5
X	US 6 155 365 A (BOBERG EVAN S) 5 December 2000 (2000-12-05) column 1, line 67 - column 5, line 52; figure 1 abstract	1,2,4,5
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 August 2004

Date of mailing of the international search report

26/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bronold, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/004651

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X.	DE 198 42 472 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ; AISIN SEIKI (JP)) 25 March 1999 (1999-03-25)	1
A	column 1, line 48 - column 14, line 12 column 21, line 10 - column 27, line 14 abstract	2-5
X	DE 101 47 613 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 18 April 2002 (2002-04-18) column 4, line 60 - column 7, line 52; figures 1-4 abstract	1
A	DE 195 24 228 A (DAIMLER BENZ AG) 20 June 1996 (1996-06-20) the whole document	1-5
A	US 5 450 324 A (CIKANEK SUSAN R) 12 September 1995 (1995-09-12) column 1, line 17 - column 3, line 25; figure 1 abstract	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/004651

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5511859	A	30-04-1996	NONE
US 6155365	A	05-12-2000	NONE
DE 19842472	A	25-03-1999	JP 3442266 B2 02-09-2003 JP 11078839 A 23-03-1999 DE 19842472 A1 25-03-1999 US 6231134 B1 15-05-2001
DE 10147613	A	18-04-2002	JP 2002104156 A 10-04-2002 DE 10147613 A1 18-04-2002 US 2002036429 A1 28-03-2002
DE 19524228	A	20-06-1996	DE 19524228 A1 20-06-1996
US 5450324	A	12-09-1995	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/004651

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60K41/20 B60K6/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 511 859 A (KADE ALEXANDER ET AL) 30. April 1996 (1996-04-30) Spalte 1, Zeilen 26-59 Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 361; Abbildung 1 Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 55; Abbildungen 2a-2c Zusammenfassung	1-5
X	US 6 155 365 A (BOBERG EVAN S) 5. Dezember 2000 (2000-12-05) Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 5, Zeile 52; Abbildung 1 Zusammenfassung	1,2,4,5

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. August 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/08/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bronold, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/004651

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X.	DE 198 42 472 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ; AISIN SEIKI (JP)) 25. März 1999 (1999-03-25)	1
A	Spalte 1, Zeile 48 - Spalte 14, Zeile 12 Spalte 21, Zeile 10 - Spalte 27, Zeile 14 Zusammenfassung	2-5
X	DE 101 47 613 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 18. April 2002 (2002-04-18) Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 7, Zeile 52; Abbildungen 1-4 Zusammenfassung	1
A	DE 195 24 228 A (DAIMLER BENZ AG) 20. Juni 1996 (1996-06-20) das ganze Dokument	1-5
A	US 5 450 324 A (CIKANEK SUSAN R) 12. September 1995 (1995-09-12) Spalte 1, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 25; Abbildung 1 Zusammenfassung	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/004651

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5511859	A	30-04-1996	KEINE
US 6155365	A	05-12-2000	KEINE
DE 19842472	A	25-03-1999	JP 3442266 B2 02-09-2003 JP 11078839 A 23-03-1999 DE 19842472 A1 25-03-1999 US 6231134 B1 15-05-2001
DE 10147613	A	18-04-2002	JP 2002104156 A 10-04-2002 DE 10147613 A1 18-04-2002 US 2002036429 A1 28-03-2002
DE 19524228	A	20-06-1996	DE 19524228 A1 20-06-1996
US 5450324	A	12-09-1995	KEINE